

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 213 820 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.06.2002 Patentblatt 2002/24(51) Int Cl.7: H02M 1/10, H02M 1/12,  
H02M 3/337

(21) Anmeldenummer: 01000710.2

(22) Anmeldetag: 05.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstellungssstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität 09.12.2000 DE 10061385

(71) Anmelder:  
• Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
52066 Aachen (DE)

- Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven (NL)

(72) Erfinder: Loef, Christoph  
c/o Philips Corp. Intel. Pro. GmbH  
52066, Aachen (DE)

(74) Vertreter: Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al  
Philips Corporate  
Intellectual Property GmbH  
Weissbausstr. 2  
52066 Aachen (DE)

## (54) Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher ( $L_1$ ,  $L_2$ ) mit für einen ersten ( $L_1$ ) und einen zweiten ( $L_2$ ) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ) gemeinsam anliegenden Gleichspannung ( $U_{45}$ ) in eine

dem jeweiligen Verbraucher ( $L_1$ ,  $L_2$ ) zugeordnete Wechselspannung ( $U_{68}$ ,  $U_{98}$ ).

- wobei den Brückenschaltungen ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ) zwei Schaltelemente ( $S_a$ ,  $S_b$ ) gemeinsam sind.

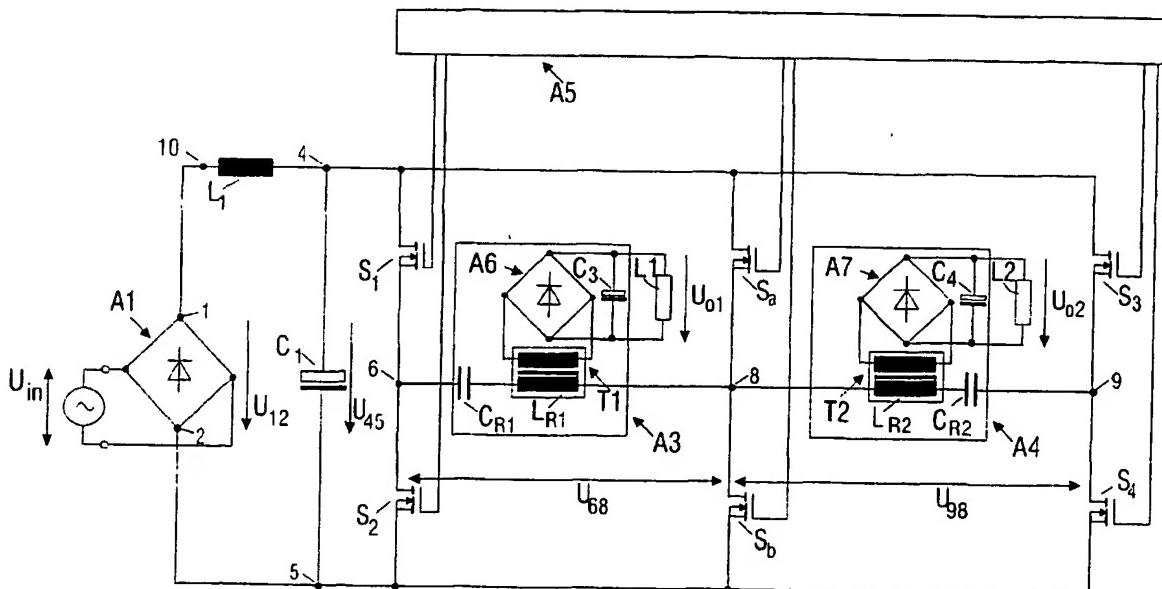


Fig. 1

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher. Solche Spannungswandler dienen zur Umsetzung einer an ihrem Eingang anliegenden Spannung in unabhängig voneinander regelbare Versorgungsspannungen für die angeschlossenen Verbraucher. Zur Umwandlung einer Wechselspannung in mehrere Gleichspannungen können sie z. B. als Schaltnetzteil in einem Fernsehgerät mit Flachbildschirm eingesetzt werden.

[0002] Ein Spannungswandler, der ein öffentliches Wechselspannungsnetz belastet, unterliegt besonderen Anforderungen hinsichtlich des Stromes, der dem Wechselspannungsnetz entnommen werden darf. So darf üblicherweise der vom Spannungswandler aufgenommene Strom nur einen begrenzten Oberwellenanteil aufweisen, d.h. der Spannungswandler muss im wesentlichen einen Wirkwiderstand repräsentieren. Der Scheinwiderstandsanteil der Eingangsimpedanz des Spannungswandlers darf damit bestimmte Werte nicht überschreiten. Derartige Anforderungen sind beispielsweise in der IEC 1000-3-2 näher spezifiziert.

[0003] Aus der DE 198 24 409 A1 ist ein Spannungswandler mit einem Resonanzkonverter bekannt, der einen rein aus passiven Bauelementen bestehenden Hochsetzsteller direkt mit dem Ausgang einer Halbbrücke verbindet. Die Veröffentlichung von W. Chen, F.C. Lee und T. Yamauchi "An improved 'Charge Pump' electronic ballast with low THD and low crest factor", IEEE APEC '96 Proceedings, pp. 622-627 enthält weitere Realisierungsmöglichkeiten einer solchen Anordnung. Andererseits beschreibt J. Wüstehube, Schaltnetzteile, 2. überarbeitete Auflage, S. 139 f. eine Brückengleichrichterschaltung mit Umschaltvorrichtung, mittels derer die Brückengleichrichterschaltung an die jeweils anliegende Netzwechselspannung (110-127 Volt z. B. in den USA oder 220-240 Volt z. B. in Europa) angepasst wird, so dass die erzeugte DC-Spannung unabhängig von der anliegenden Netzwechselspannung näherungsweise gleiche Werte hat.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen möglichst kostengünstigen Spannungswandler zu schaffen, der mehrere, unabhängig voneinander regelbare Ausgangsspannungen liefern kann. Weiter soll der vom Spannungswandler aus einem Wechselspannungsnetz aufgenommene Strom nur einen begrenzten Oberwellenanteil aufweisen und im wesentlichen einen Wirkwiderstand repräsentieren.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Spannungswandler gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Einem Verbraucher, der eine unabhängig von den anderen Verbrauchern regelbare Versorgungsspannung benötigt, ist eine aus vier Schaltelementen bestehende Brückenschaltung zugeordnet. Dabei sind zwei Schaltelemente den Brückenschaltungen gemeinsam, wodurch Bauteile eingespart werden.

[0006] Im Anspruch 2 wird im Spannungswandler für

einen Verbraucher ein Resonanzkonverter mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis eingesetzt. Dies erlaubt zusammen mit einer entsprechenden Steuerung der Schaltelemente der dem Verbraucher zugeordneten Brückenschaltung einen größeren Über-

5 setzungsbereich für die Wandlung der Eingangsspannung in die diesem Verbraucher zugeordnete Ausgangsspannung. Solche resonanten serien-parallelen Schwingkreise sind z. B. aus der Veröffentlichung "V.B. Beaguli, A.K.S. Bhat: Operation of the LCC-Type Parallel Resonant Converter as a Low Harmonic Rectifier. IEEE APEC, 1996, pp. 131-137" bekannt.

[0007] Anspruch 3 sieht zwei Modi für den Betrieb der Brückenschaltungen des Spannungswandlers vor. Dies gestattet z. B. die Verwendung des Spannungswandlers an unterschiedlichen Netzwechselspannungen verschiedener Wechselspannungsnetze, indem sich dadurch die Verhältnisse der Ausgangsspannungen zur am Eingang des Spannungswandlers anliegenden Spannung einstellen lassen. Diese Einstellmöglichkeit verringert die Anforderungen an die Steuerschaltung und erlaubt es die gleichen Bauelemente für Spannungswandler zu verwenden, die für den Betrieb an unterschiedlichen Eingangsspannungen oder für unterschiedliche Ausgangsspannungen vorgesehen sind. Dies führt zu einer erheblichen Kostenersparnis des Spannungswandlers.

[0008] Die abhängigen Ansprüche 4 bis 7 beziehen sich auf Erfindungsvarianten, die sich vorteilhaft auf die durch den Spannungswandler verursachte Netzbela-

30 stung, auf die praktische Einsetzbarkeit des Spannungswandlers oder auf die Baukosten des Spannungswandlers auswirken.

[0009] Die Erfindung bezieht sich aber auch in Anspruch 8 auf einen integrierten Schaltkreis, der eine für den Betrieb der Brückenschaltungen nötige Steuerschaltung in einem Bauteil integriert. Weiterhin können auch noch die Schaltelemente der Brückenschaltungen integriert werden. Durch solche Integrationen lassen sich weitere Reduktionen der Baukosten erreichen.

[0010] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass ein erfindungsgemäßer Spannungswandler besonders für Monitore und für Fernsehgeräte, z. B. mit Flachbildschirmen, geeignet ist. Diese Geräte benötigen genau geregelte und geglättete Stromversorgungen.

[0011] Diese und weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden an Hand der Ausführungsbeispiele und insbesondere an Hand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannungswandlers,

Fig. 2 Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe zur Erläuterung des Betriebs der Brückenschaltungen als Halbbrückenschaltungen,

Fig. 3 Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe zur Erläuterung des Betriebs der Brück-

- Fig. 4 kenschaltungen als Vollbrückenschaltungen, eine erfindungsgemäße Variante des Spannungswandlers mit einer als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung.
- Fig. 5 einen Resonanzkonverter mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis.

[0012] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannungswandlers. Dem Spannungswandler wird an seinem Eingang eine erste Wechselspannung  $U_{in}$  zugeführt, die mittels einer aus vier Dioden bestehenden ersten Gleichrichteranordnung A1 in eine gleichgerichtete Wechselspannung  $U_{12}$  mit positivem Pol an Punkt 1 und negativem Pol an Punkt 2 umgesetzt wird. Die erste Wechselspannung  $U_{in}$  ist beispielsweise eine sinusförmige 230V-Netzspannung mit einer Frequenz von 50 Hz.

[0013] Die gleichgerichtete Wechselspannung  $U_{12}$  wird einer Glättungsanordnung, hier bestehend aus der Reihenschaltung einer Induktivität  $L_1$  mit einer ersten Glättungskondensatoranordnung  $C_1$ , die hier als Elektrolytkondensator ausgeführt ist, zugeführt. Dabei wird Punkt 1 der ersten Gleichrichteranordnung A1 an einem Punkt 10 mit der Induktivität  $L_1$  gekoppelt, die selbst in einem Punkt 4 mit der positiven Seite der Glättungskondensatoranordnung  $C_1$  koppelt. Die negative Seite der Glättungskondensatoranordnung  $C_1$  schließlich koppelt an einem Punkt 5 mit dem Punkt 2 der ersten Gleichrichteranordnung A1. Entsprechend bezeichnet  $U_{45}$  die an der ersten Glättungskondensatoranordnung  $C_1$  zwischen den Punkten 4 und 5 anliegende, geglättete, gleichgerichtete Wechselspannung.

[0014] Die geglättete, gleichgerichtete Wechselspannung  $U_{45}$  wird zwei Brückenschaltungen zugeführt. Die beiden Brückenschaltungen bestehen jeweils aus vier Schaltelementen, den Schaltelementen  $S_1, S_2, S_a, S_b$  bzw.  $S_3, S_4, S_a, S_b$ , d. h. den beiden Brückenschaltungen sind die zwei Schaltelemente  $S_a, S_b$  gemeinsam. Die Schaltelemente sind hier als Feldeffekttransistoren ausgeführt. Statt dessen können jedoch auch andere Ausführungsformen der Schalter wie z. B. IGBTs (Isolated Gate Bipolar Transistors) verwendet werden. Jeweils die Schaltelemente  $S_1$  und  $S_2$ ,  $S_3$  und  $S_4$ ,  $S_a$  und  $S_b$  bilden parallel zueinander liegende Reihenschaltungen, an denen gemeinsam die Spannung  $U_{45}$  anliegt.

[0015] Zwischen einem Punkt 6 zwischen den Schaltelementen  $S_1$  und  $S_2$  und einem Punkt 8 zwischen den Schaltelementen  $S_a$  und  $S_b$  entsteht aus der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung  $U_{45}$  durch geeignetes Ein- und Ausschalten der Schaltelemente  $S_1, S_2, S_a, S_b$  eine erste weitere Wechselspannung  $U_{68}$ . Genauso entsteht zwischen einem Punkt 9 zwischen den Schaltelementen  $S_3$  und  $S_4$  und dem Punkt 8 zwischen den Schaltelementen  $S_a$  und  $S_b$  aus der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung  $U_{45}$  durch geeignetes Ein- und Ausschalten der Schaltelemente  $S_3, S_4, S_a, S_b$  eine zweite weitere Wechselspannung  $U_{98}$ . Diese weiteren Wechselspannungen  $U_{68}$ ,

$U_{98}$  werden nachfolgend in die den beiden Verbrauchern L1 und L2 zur Verfügung stehenden Ausgangsgleichspannungen  $U_{o1}, U_{o2}$  umgesetzt. In diesem Sinne sind die beiden weiteren Wechselspannungen  $U_{68}, U_{98}$  ihrem jeweiligen Verbraucher L1, L2 zugeordnete Wechselspannungen.

[0016] Die dem Verbraucher L1 zugeordnete Wechselspannung  $U_{68}$  wird dem Eingang eines Resonanzkonverters A3 zugeführt, an dessen Ausgang, der zu-

gleich der erste Ausgang des Spannungswandlers ist, eine erste Ausgangsgleichspannung  $U_{o1}$  entsteht, die zur Versorgung eines ersten Verbrauchers L1 dient. Genauso wird die dem Verbraucher L2 zugeordnete Wechselspannung  $U_{98}$  dem Eingang eines Resonanzkonverters A4 zugeführt, an dessen Ausgang, der zugleich der zweite Ausgang des Spannungswandlers ist, eine zweite Ausgangsgleichspannung  $U_{o2}$  entsteht, die zur Versorgung eines zweiten Verbrauchers L2 dient. Die hier als ohmsche Lasten dargestellten Verbraucher L1, L2 können i. a. auch induktiver, kapazitiver oder gemischter Natur sein.

[0017] Die Resonanzkonverter A3 und A4 sind strukturell gleich aufgebaut und dienen analogen Funktionen. Sie enthalten jeweils Resonanzkreiselemente: hier

eine Resonanzkapazität  $C_{R1}$  bzw.  $C_{R2}$  und einen Transformator T1 bzw. T2, der u.a. als eine Resonanzinduktivität  $L_{R1}$  bzw.  $L_{R2}$  wirkt und für eine Potentialtrennung zwischen dem Ein- und Ausgang des Resonanzkonverters A3 bzw. A4 sorgt. Die Resonanzkapazität  $C_{R1}$  bzw.  $C_{R2}$  und die Primärwicklung des Transformators T1 bzw. T2 liegen in Reihe zwischen den Punkten 6 und 8 bzw. 9 und 8 und bilden somit die Eingangsseite des Resonanzkonverters A3 bzw. A4. Dabei liegt eine Seite der Resonanzkapazität  $C_{R1}$  bzw.  $C_{R2}$  an dem Punkt 6 bzw. 9. Die auf der Sekundärseite des Transformators T1 bzw. T2 jeweils entstehende Wechselspannung wird mittels einer zweiten bzw. einer dritten aus vier Dioden bestehenden Gleichrichteranordnung A6 bzw. A7 gleichgerichtet und anschließend mittels einer hier aus jeweils einem Glättungskondensator bestehenden zweiten bzw. dritten Glättungskondensatoranordnung  $C_3$  bzw.  $C_4$  geglättet. Die an der Kondensatoranordnung  $C_3$  bzw.  $C_4$  jeweils abfallende Spannung ist die am jeweiligen Ausgang des Spannungswandlers anliegende Ausgangsgleichspannung  $U_{o1}$  bzw.  $U_{o2}$ .

[0018] Die Schaltelemente  $S_1, S_2, S_a, S_b, S_3, S_4$  sind mit einer Steuerschaltung A5 gekoppelt, die die Schaltelemente durch Anlegen geeigneter Steuersignale an die Steuereingänge der Schaltelemente steuert, d.h. einschaltet (in den leitenden Zustand überführt) oder ausschaltet (in den nichtleitenden Zustand überführt). Die Steuerschaltung A5 wird vorzugsweise mittels eines integrierten Schaltkreises (IC) realisiert, der gegebenenfalls auch die sechs Schaltelemente  $S_1, S_2, S_a, S_b, S_3, S_4$  aufweisen kann. Dabei steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente  $S_1, S_2, S_a, S_b, S_3, S_4$  der Brückenschaltungen  $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$  in zwei unterschiedlichen Modi, die unterschiedliche

Werte der Verhältnisse  $U_{o1}/U_{68}$ ,  $U_{o2}/U_{98}$  und damit auch unterschiedliche Werte der Verhältnisse  $U_{o1}/U_{in}$ ,  $U_{o2}/U_{in}$  bewirken.

[0019] So kann durch einen Wechsel des Modus beispielsweise eine Anpassung an die am Eingang des Spannungswandlers anliegende Netzwechselspannung vorgenommen werden. Besonders vorteilhaft ist dabei die Veränderung der Verhältnisse  $U_{o1}/U_{in}$ ,  $U_{o2}/U_{in}$  um c/w. den Faktor 2, da sich z. B. auch die in Europa (ca. 220 bis 240 Volt) und in den USA (ca. 110 bis 127 Volt) benutzten Netzwechselspannungen etwa um einen Faktor 2 unterscheiden.

[0020] Eine solche Anpassung an die am Eingang des Spannungswandlers anliegende Netzwechselspannung kann beispielsweise durch die Steuerschaltung A5 automatisch vorgenommen werden. Dazu wird die Steuerschaltung A5 so ausgelegt, dass der Spannungswandler für den Betrieb an zwei unterschiedlich hohen Netzwechselspannungen  $U_{in}$  vorbereitet ist. Damit die Steuerschaltung A5 feststellen kann, welche der beiden verschiedenen Netzwechselspannungen  $U_{in}$  dann im automatischen Betrieb am Spannungswandler anliegt, schaltet sie beispielsweise die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung  $U_{45}$  oder auch direkt die Netzwechselspannung  $U_{in}$  der Steuerschaltung A5 zur Messung auf. Um die automatische Anpassung an die beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen vorzunehmen schaltet die Steuerschaltung A5 dann bei der nötigeren der beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen in den zweiten Modus, während sie bei der höheren der beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen den ersten Modus benutzt.

[0021] Im ersten Modus steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  in einer Weise, dass die Brückenschaltungen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  als Halbbrückenschaltungen betrieben werden. Dazu ist eines der beiden Schaltelemente  $S_a$  oder  $S_b$  ständig aus- und das andere ständig eingeschaltet, also beispielsweise  $S_a$  ständig aus- und  $S_b$  ständig eingeschaltet. Die jeweils beiden übrigen Schaltelemente  $S_1$  und  $S_2$  bzw.  $S_3$  und  $S_4$  werden mit geeigneten Tastgraden ein- und ausgeschaltet, wobei sie zur Vermeidung eines Kurzschlusses nie gleichzeitig eingeschaltet werden. Durch diesen Halbbrückenbetrieb liegt als erste bzw. zweite weitere Wechselspannung  $U_{68}$  bzw.  $U_{98}$  am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 während der Leitendphase der Schalter  $S_1$  bzw.  $S_3$  die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung  $U_{45}$  an, während in der Leitendphase der Schalter  $S_2$  bzw.  $S_4$  die weiteren Wechselspannungen  $U_{68}$  bzw.  $U_{98}$  auf den Kurzschlusswert von idealerweise 0 Volt sinken.

[0022] Im zweiten Modus steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  in einer Weise, dass die Brückenschaltungen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  als Vollbrückenschaltungen betrieben werden. Dazu werden die Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  paarweise mit geeigneten Tastgraden und unter Vermeidung eines Kurzschlusses ein- und ausge-

schaltet. D.h. die je zwei Schalter  $S_1$  und  $S_b$ ,  $S_2$  und  $S_a$ ,  $S_3$  und  $S_b$ ,  $S_4$  und  $S_a$  bilden Paare in dem Sinne, dass die Einphasen von  $S_1$  und  $S_3$  innerhalb der Einphase von  $S_b$  und die Einphasen von  $S_2$  und  $S_4$  innerhalb der Einphase von  $S_a$  liegen, und zur Vermeidung eines Kurzschlusses die Schalter  $S_1$  und  $S_2$ ,  $S_a$  und  $S_b$  bzw.  $S_3$  und  $S_4$  nie gleichzeitig eingeschaltet werden. Durch diesen Vollbrückenbetrieb liegt als erste bzw. zweite weitere Wechselspannung  $U_{68}$  bzw.  $U_{98}$  am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 während der Leitendphase der Schalter  $S_1$  bzw.  $S_3$  die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung  $U_{45}$  an, während in der Leitendphase der Schalter  $S_2$  bzw.  $S_4$  die negative gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung  $U_{45}$  anliegt.

[0023] Während im Halbbrückenbetrieb des ersten Modus in der Leitendphase der Schalter  $S_2$  bzw.  $S_4$  am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 also die Kurzschlussspannung von idealerweise 0 Volt anliegt, liegt im Vollbrückenbetrieb des zweiten Modus die negative gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung  $U_{45}$  an. Dies bewirkt, bei ansonsten gleichen Schaltungsbedingungen, eine Vergrößerung der Verhältnisse  $U_{o1}/U_{in}$  bzw.  $U_{o2}/U_{in}$ .

[0024] Alternativ kann für den zweiten Modus, wie in der DE 198 24 409 A1 und der dort zitierten Literaturstelle "Unitrode Power Supply Seminar, SEM-800, Bob Mammano und Jeff Putsch: Fixed-Frequency, Resonant-Switched Pulse Width Modulation with Phase-Shifted Control, Sep 91, Seiten 5-1 bis 5-7 (insbesondere Fig. 1)" angegeben, eine sogenannte "Phase-Shifted PWM Full-Bridge"-Ansteuerung der Schaltelemente der Brückenschaltungen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  gewählt werden.

[0025] In beiden Modi kann die Steuerschaltung A5 auch eine Anpassung der Schaltfrequenzen und der Tastgrade der Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  vornehmen. Weiter kann bei Verwendung der "Phase-Shifted PWM Full-Bridge"-Ansteuerung auch eine Anpassung der Größe der Phasenverschiebungen zwischen den Schaltzeitpunkten der Schalterpaare  $S_1$  und  $S_b$ ,  $S_2$  und  $S_a$ ,  $S_3$  und  $S_b$ ,  $S_4$  und  $S_a$  durchgeführt werden. Diese Anpassungen können für die nicht gemeinsamen Schalterpaare  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$ ,  $S_4$  der Brückenschaltungen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  bzw.  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  unabhängig voneinander durchgeführt werden. Dadurch lassen sich die Größe und Stabilität der von dem Spannungswandler gelieferten weiteren Wechselspannungen  $U_{68}$  und  $U_{98}$  unabhängig voneinander einstellen und damit auch die Größe und Stabilität der vom Spannungswandler gelieferten Ausgangsgleichspannungen  $U_{o1}$  und  $U_{o2}$ .

[0026] Zur näheren Erläuterung der Betriebsweise der Brückenschaltungen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  und  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_a$ ,  $S_b$  zeigen die Fig 2 und 3 beispielhafte Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe für den Halbbrücken- bzw. Vollbrückenbetrieb dieser Schaltungen. In den Figuren ist die Zeit bei allen Teildiagrammen nach rechts aufgetragen, während die Schaltzustände, Spannun-

gen bzw. Ströme nach oben aufgetragen sind. Die Zeitachsen aller Teildiagramme verlaufen synchron. Die Teildiagramme beider Figuren zeigen von oben nach unten die folgenden Schaltzustände, Spannungen bzw. Ströme:

- die Schaltzustände der Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ ,
- die Spannung  $U_{68}$ , die zwischen den Punkten 6 und 8 am Resonanzkonverter A3 anliegt,
- die Spannung  $U_{98}$ , die zwischen den Punkten 9 und 8 am Resonanzkonverter A4 anliegt,
- den Strom  $I_{68}$ , der vom Punkt 6 zum Punkt 8 durch die Eingangsseite des Resonanzkonverters A3 fließt,
- den Strom  $I_{98}$ , der vom Punkt 9 zum Punkt 8 durch die Eingangsseite des Resonanzkonverters A4 fließt.

[0027] Alle dargestellten Spannungen bewegen sich zwischen 0 Volt und dem positiven bzw. negativen Wert der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung  $U_{45}$ , die Ströme sind in willkürlichen Einheiten angegeben. In diesem Beispiel werden die Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$  mit einer einheitlichen Schaltfrequenz mit der Periodendauer  $T$  betrieben. Die Tastgrade der Schalter  $S_1$  und  $S_2$  betragen einheitlich  $a_1$ , d. h. die beiden Schalter sind während einer Periodendauer  $T$  für einen Zeitraum von  $a_1 \cdot T$  eingeschaltet und ansonsten ausgeschaltet. Die Tastgrade der Schalter  $S_3$  und  $S_4$  betragen einheitlich  $a_2$ . Die Schalter  $S_1$  und  $S_3$  werden gleichzeitig eingeschaltet, während die Einschaltzeitpunkte der Schalter  $S_2$  und  $S_4$  gegenüber denen der Schalter  $S_1$  und  $S_3$  um eine halbe Periodendauer  $T/2$  zeitlich versetzt sind.

[0028] Im in Fig. 2 dargestellten Halbbrückenbetrieb des ersten Modus ist der Schalter  $S_a$  ständig ausgeschaltet und der Schalter  $S_b$  ständig eingeschaltet. Im in Fig. 3 dargestellten Vollbrückenbetrieb des zweiten Modus dagegen werden die Schalter  $S_a$  und  $S_b$  wechselseitig mit einem Tastgrad von jeweils  $1/2$  eingeschaltet und ausgeschaltet. Wenn also  $S_a$  eingeschaltet ist, ist  $S_b$  ausgeschaltet und umgekehrt. Der Einschaltzeitpunkt von  $S_b$  ist derselbe wie der von  $S_1$  und  $S_3$ , während der von  $S_a$  identisch ist mit dem von  $S_2$  und  $S_4$ .

[0029] Zum Verständnis der sich durch diese Schaltverhältnisse ergebenden Spannungs- und Stromverläufe, die in den unteren Teildiagrammen der Fig. 2 und 3 dargestellt sind, ist noch anzumerken, dass die Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$  hier als Feldefekttransistoren (FETs) ausgeführt wurden, die bautechnisch bedingt eine zum eigentlichen Schalter parallel liegende Diode beinhalten. Beim Einbau der FETs ist daher ihre Richtungsabhängigkeit zu beachten. Beispielsweise leitet die Diode des Schalters  $S_1$  von Punkt 6 zu Punkt 4.

[0030] Um eine gleichmäßige Netzelastung des Spannungswandlers zu erreichen, wird in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen, die

5 Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$  mit variablen Schaltfrequenzen und/oder Tastgraden zu betreiben. Durch eine geeignete Anpassung der Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade durch die Steuerschaltung A5 lässt sich dann eine gleichmäßige Leistungsentnahme aus dem Netz erreichen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade der Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$  mit der doppelten Frequenz der am Eingang des Spannungswandlers anliegenden ersten Wechselspannung  $U_{in}$  zu modulieren, d. h. für diese Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade einen periodischen Zeitverlauf zu wählen, dessen Frequenz gleich der doppelten Frequenz von  $U_{in}$  ist. Insbesondere können die Schalter  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$  auch mit einer einheitlichen konstanten oder variablen Schaltfrequenz betrieben werden.

10 [0031] Fig. 4 zeigt eine erfundungsgemäße Variante des Spannungswandlers mit einer als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2. Diese Anordnung A2 besteht zunächst aus einer Reihenschaltung aus einer ersten Diode  $D_1$ , einer Induktivität  $L_T$  und einer zweiten Diode  $D_2$ . Diese Reihenschaltung ersetzt die Induktivität  $L_1$  in der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform des Spannungswandlers. D. h. die Reihenschaltung koppelt an Stelle der Induktivität  $L_1$  mit der Diode  $D_1$  im Punkt 10 an den Punkt 1 der ersten Gleichrichteranordnung A1 und mit der Diode  $D_2$  im Punkt 4 an die erste Kondensatoranordnung  $C_1$ . Weiter besteht die als Hochsetzsteller wirkende Anordnung A2 noch aus einem Koppelkondensator  $C_2$ . Dieser koppelt auf einer Seite an einen Verbindungspunkt 3 zwischen der Induktivität  $L_T$  und der Diode  $D_2$  und auf der anderen Seite in einem Punkt 11 an einen Punkt 7 innerhalb eines der Resonanzkonverter, hier A3. Dieser Punkt 7 innerhalb des Resonanzkonverters A3 wird durch Teilen der Primärwicklung des Transfornators T1 und Herausführen des Teilungspunktes 7 realisiert. Außerdem ist die Induktivität  $L_T$  magnetisch über die Kopplung  $k$  mit der Resonanzinduktivität  $L_{R1}$  des Resonanzkonverters A3 gekoppelt.

15 [0032] Durch diese kapazitive und induktive Koppelung über den Koppelkondensator  $C_2$  und die magnetische Kopplung  $k$  der Induktivität  $L_T$  wird während des Betriebs des Spannungswandlers ein mit der Arbeitsfrequenz des Resonanzkonverters A3 moduliertes Potential  $U_{37}$  an den Punkt 3 innerhalb der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 rückgekoppelt. Da die Diode  $D_2$  den Strom nur in Richtung von Punkt 3 zu Punkt 4 leitet, bewirkt diese Rückkopplung ein Hochstellen der geglätteten, gleichgerichteten Wechselspannung  $U_{45}$ , die an der ersten Glättungskondensatoranordnung  $C_1$  abfällt. Die Diode  $D_1$  verhindert einen Stromrückfluss zum Eingang des Spannungswandlers.

20 [0033] Die hier gezeigte Ausführungsform der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 und ihrer Kopplungen zu einem der Resonanzkonverter ist nur eine von mehreren Möglichkeiten. So können zum Beispiel die Diode  $D_1$  und die Induktivität  $L_T$  einzeln oder gemeinsam weggelassen werden. Für weitere Erläute-

rungen und Ausgestaltungen des Wirkungsprinzips der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 wird auf die DE 198 24 409 A1 verwiesen. Dort sind auch weitere Realisierungsmöglichkeiten des Punktes 7 dargestellt, die alle den Zweck erfüllen, ein mit der Arbeitsfrequenz des Resonanzkonverters A3 moduliertes Potential  $U_{37}$  an den Punkt 3 zurückzukoppeln. Unschwer kann der Fachmann auch noch weitere Varianten angeben.

[0034] Während Fig. 4 nur eine als Hochsetzsteller wirkende Anordnung A2 zeigt, die kapazitiv und induktiv mit dem Resonanzkonverter A3 gekoppelt ist, kann dieses Prinzip auch mehrfach angewendet werden. Dazu sind die Reihenschaltungen aus z. B. einer jeweiligen ersten Diode  $D_1$ , Induktivität  $L_T$  und zweiten Diode  $D_2$  der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnungen zueinander parallel zwischen die Punkte 10 und 4 zu schalten, während ihre kapazitiven und induktiven Kopplungen analog zu denen in Fig. 4 gezeigten erfolgen. D. h. ihr jeweiliger Koppelkondensator  $C_2$  koppelt in einem jeweiligen Punkt 11 an einen jeweiligen Punkt 7 im jeweiligen Resonanzkonverter A3, A4. Entsprechend koppelt ihre jeweilige Induktivität  $L_T$  magnetisch über die jeweilige Kopplung  $k$  mit der jeweiligen Resonanzinduktivität  $L_{R1}, L_{R2}$  des jeweiligen Resonanzkonverters A3, A4.

[0035] Insbesondere ist es vorteilhaft, die Resonanzkonverter A3, A4, die einen Verbraucher mit hohem Leistungsbedarf versorgen, mit einer jeweiligen als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 zu koppeln. Denn diese Resonanzkonverter A3, A4 führen zu einer hohen Netzbelastung. Da sie i. d. R. in der Nähe ihrer jeweiligen Resonanzfrequenz betrieben werden, führt ihre Kopplung mit einer jeweiligen als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 zu einem besonders wirkungsvollen Hochstellen der geglätteten, gleichgerichteten Wechselspannung  $U_{45}$ . Dies ergibt somit eine besonders vorteilhafte Gegenmaßnahme gegen die ungleichmäßige Netzbelastung.

[0036] Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Variante eines der Resonanzkonverter, hier A3, mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis. Im Unterschied zu dem bereits in Fig. 1 beschriebenen Resonanzkonvertern A3 und A4 besitzt die Variante von Fig. 5 eine zusätzliche Kapazität  $C_p$ , die zur Sekundärwicklung des Transformators T1 parallel liegt. Dadurch wird der Resonanzkonverter A3 zu einem serien-parallelen Schwingkreis, wie er z. B. aus der Veröffentlichung "V. B. Beaguli, A.K.S. Bhat: Operation of the LCC-Type Parallel Resonant Converter as a Low Harmonic Rectifier. IEEE APEC, 1996, pp. 131-137" bekannt ist.

[0037] Während im Vorhergehenden die Erfindung als Spannungswandler für genau zwei unabhängige Verbraucher L1, L2 beschrieben wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass sich das erfinderische Prinzip, zwei Schaltelemente  $S_a, S_b$  gemeinsam in den Brückenschaltungen zu nutzen, auch auf mehr als zwei Verbraucher übertragen lässt. Unter Benutzung des erfinderischen Prinzips lassen sich also auch Spannungswandler für mehr als zwei Verbraucher bauen, deren

Brückenschaltungen alle oder auch nur z. T. zwei Schaltelemente  $S_a, S_b$  gemeinsam nutzen.

## 5 Patentansprüche

1. Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher (L1, L2) mit für einen ersten (L1) und einen zweiten (L2) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) gemeinsam anliegenden Gleichspannung ( $U_{45}$ ) in eine dem jeweiligen Verbraucher (L1, L2) zugeordnete Wechselspannung ( $U_{68}, U_{98}$ ), wobei
  - wobei den Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) zwei Schaltelemente ( $S_a, S_b$ ) gemeinsam sind.
2. Spannungswandler nach Anspruch 1, der für einen Verbraucher (L1, L2) einen Resonanzkonverter (A3, A4) mit einem resonanten seriengleichen Schwingkreis enthält.
3. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler eine Steuerschaltung (A5) zur Steuerung der Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_a, S_b, S_3, S_4$ ) der Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) enthält, wobei ein erster Modus vorgesehen ist, in dem die Brückenschaltungen durch Veränderung der Schaltzustände der jeweiligen nicht gemeinsamen ersten und zweiten Schaltelemente ( $S_1, S_2$  und  $S_3, S_4$ ) als Halbbrückenschaltungen betrieben werden und die Schaltzustände der gemeinsamen dritten und vierten Schaltelemente ( $S_a, S_b$ ) nicht verändert werden, und wobei ein zweiter Modus vorgesehen ist, in dem die Brückenschaltungen durch Veränderung der Schaltzustände aller jeweiligen vier Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) als Vollbrückenschaltungen betrieben werden.
4. Spannungswandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler dazu vorgesehen ist, dass an seinem Eingang wahlweise zwei unterschiedlich hohe Spannungen ( $U_{in}$ ) anliegen können, und
  - dass die Steuerschaltung (A5) eine automatische Umschaltung zwischen den beiden Modi der Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) in Abhängigkeit von der anliegenden Eingangsspannung ( $U_{in}$ ) derart vorsieht, dass bei niedriger Eingangsspannung ( $U_{in}$ ) die Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) im zweiten Modus als Vollbrückenschaltungen betrieben werden,

während sie bei hoher Eingangsspannung ( $U_{in}$ ) im ersten Modus als Halbbrückenschaltungen betrieben werden.

5. Spannungswandler nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuerschaltung (A5) für eine Anpassung der Schaltfrequenzen und/oder der Tastgrade der Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ ) der Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) vorgesehen ist. 10
6. Spannungswandler nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuerschaltung (A5) dazu vorgesehen ist, die Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ ) der Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) mit einer identischen Schaltfrequenz zu betreiben. 15  
20
7. Spannungswandler nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuerschaltung (A5) dazu vorgesehen ist, die Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade der Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ ) der Brückenschaltungen ( $S_1, S_2, S_a, S_b$  und  $S_3, S_4, S_a, S_b$ ) mit der doppelten Frequenz einer am Eingang des Spannungswandlers anliegenden ersten Wechselspannung ( $U_{in}$ ) zu modulieren. 25  
30
8. Integrierter Schaltkreis mit mindestens einer Steuerschaltung (A5) für die Schaltelemente ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ ) eines in Anspruch 1 angeführten Spannungswandlers. 35
9. Monitor mit einem Spannungswandler gemäß Anspruch 1.
10. Fernsehgerät, z. B. mit Flachbildschirm, mit einem Spannungswandler gemäß Anspruch 1.1. 40

45

50

55

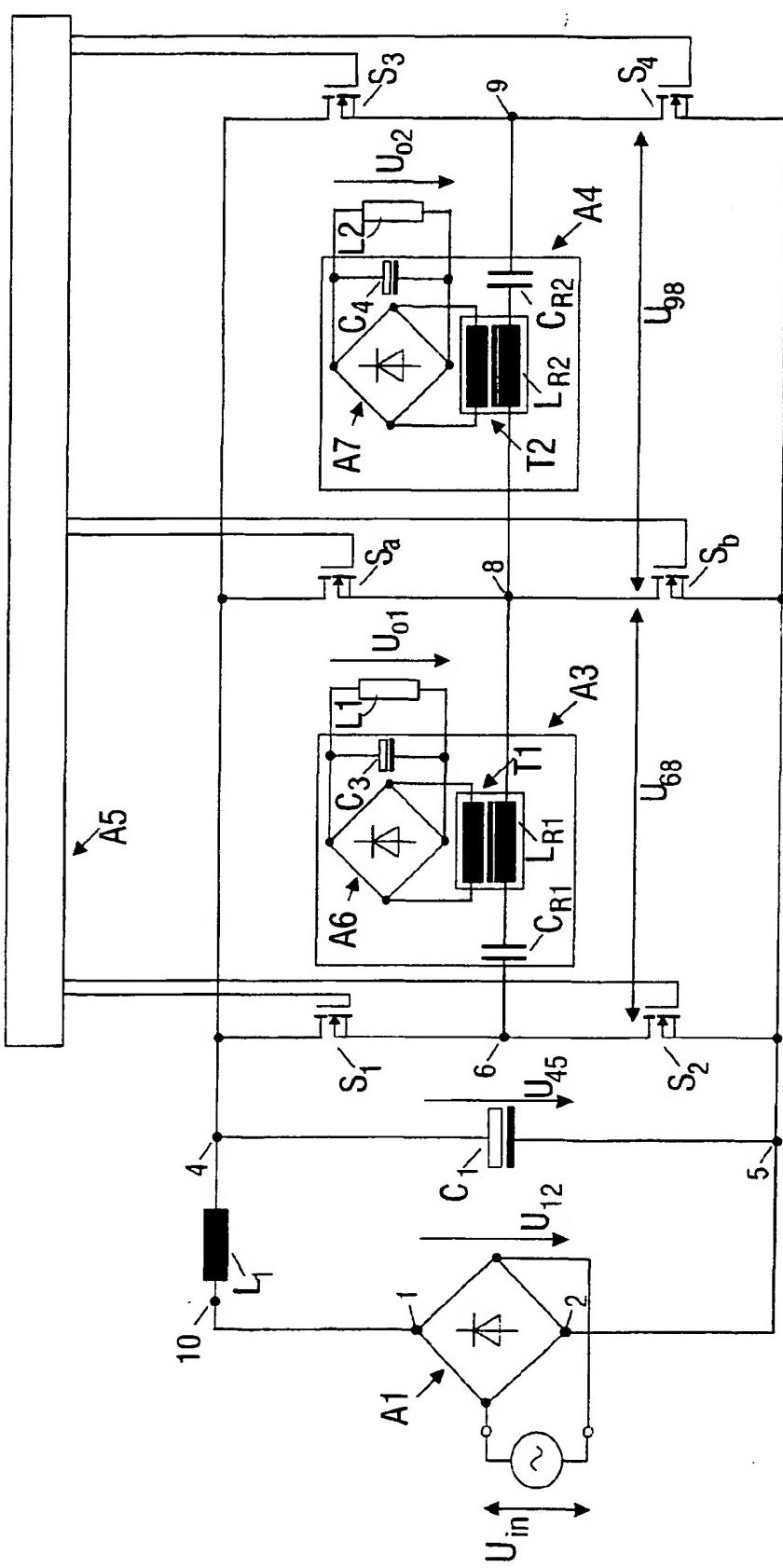


Fig.

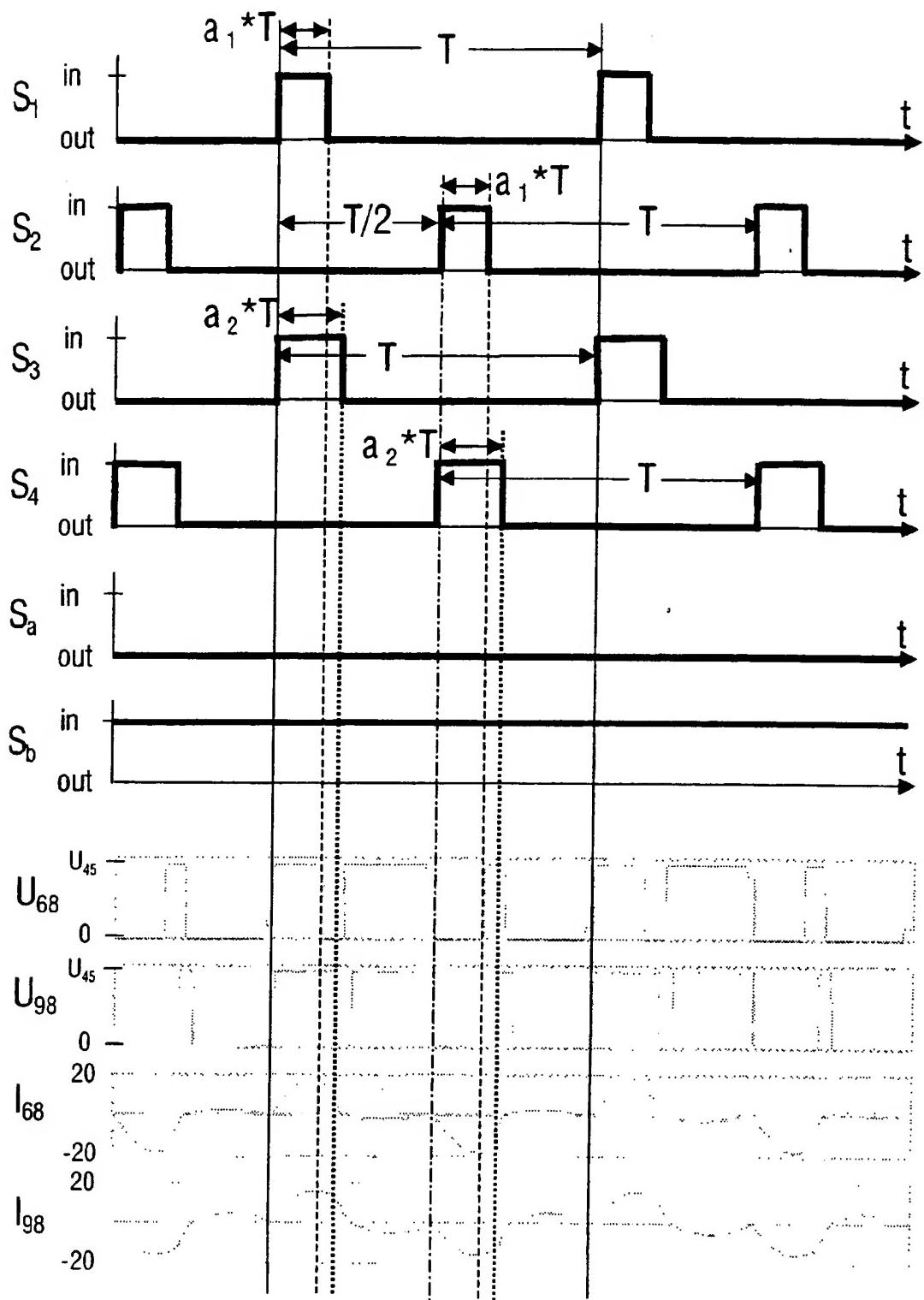


Fig. 2

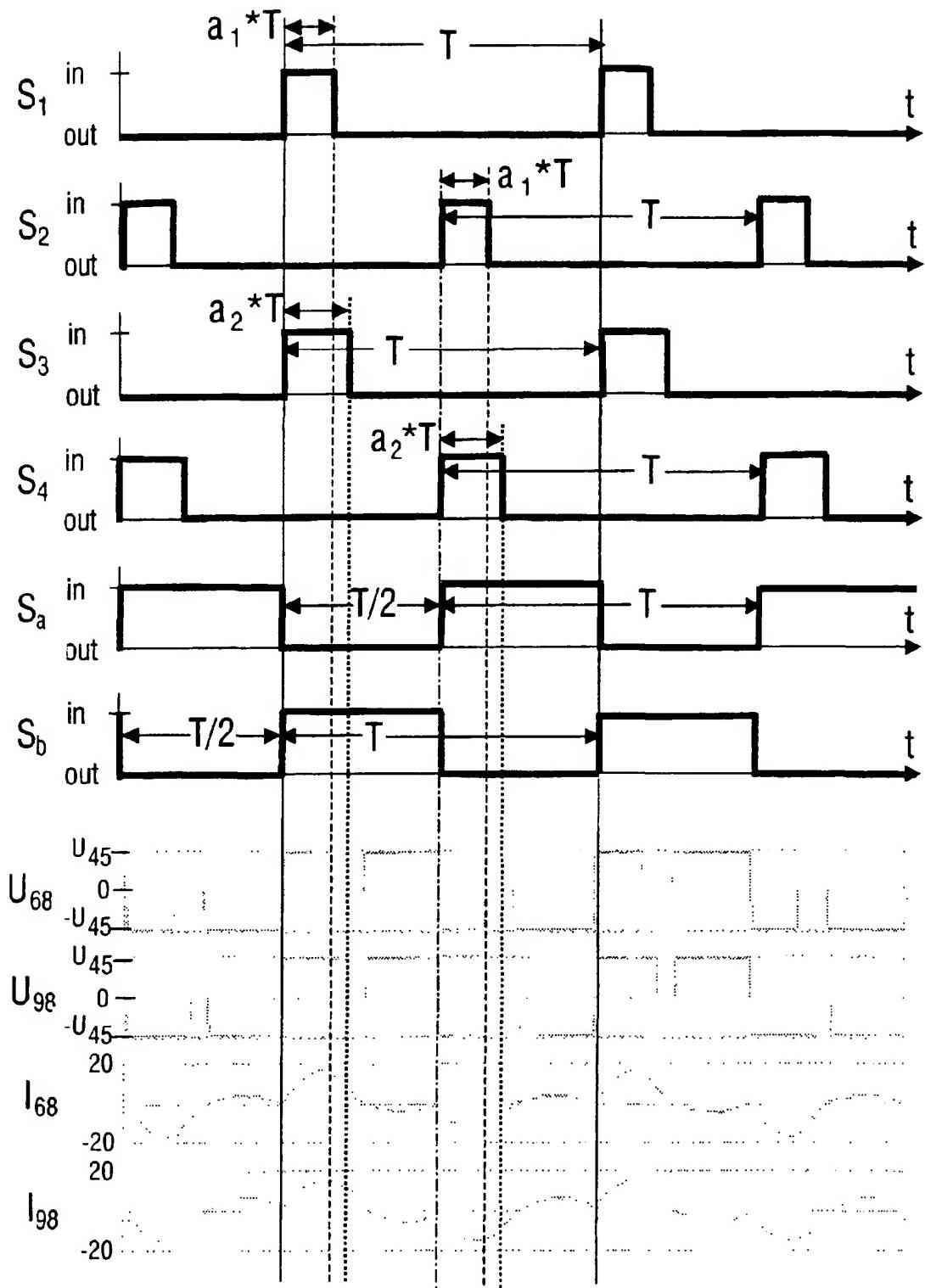


Fig. 3

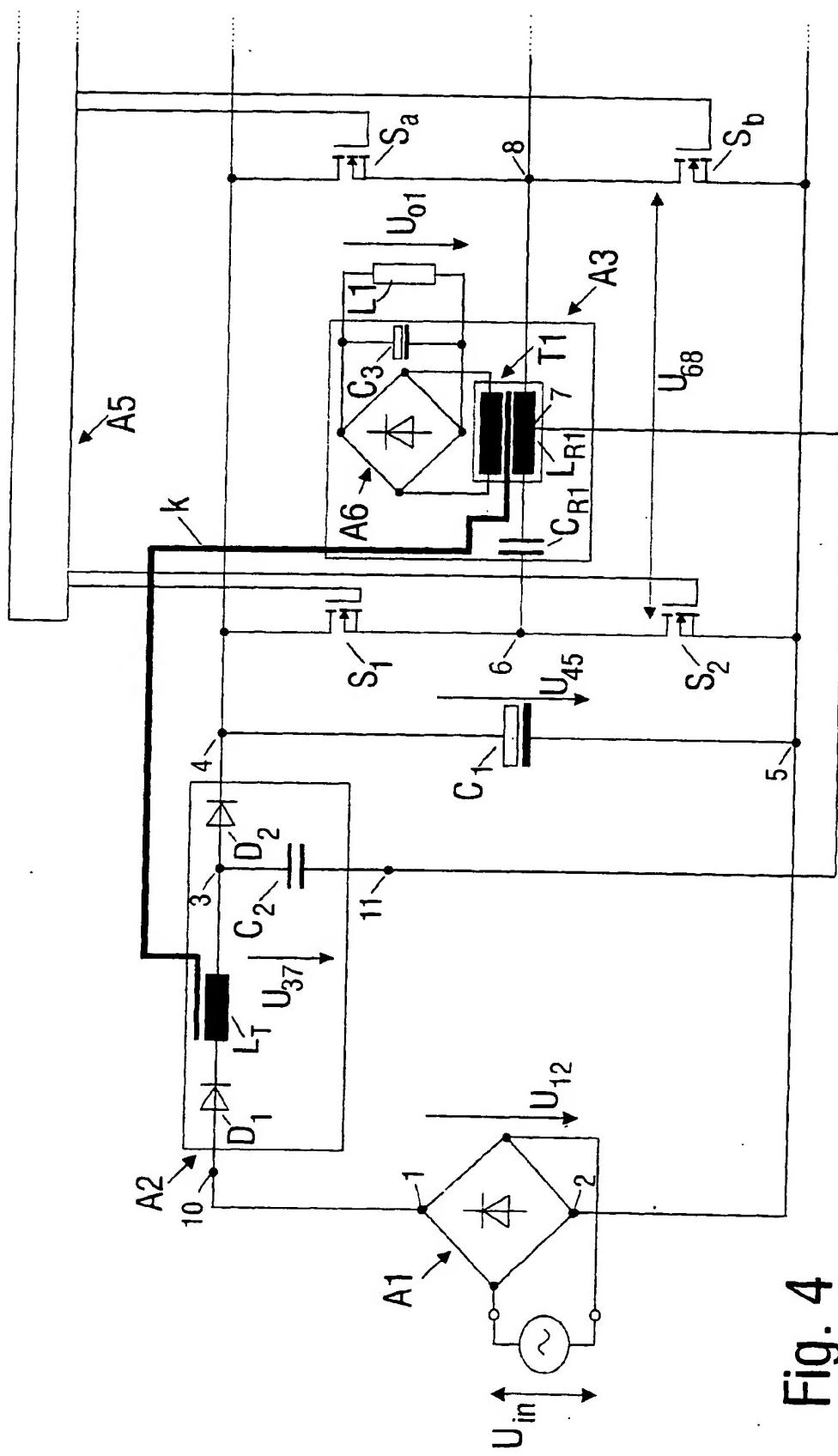


Fig. 4

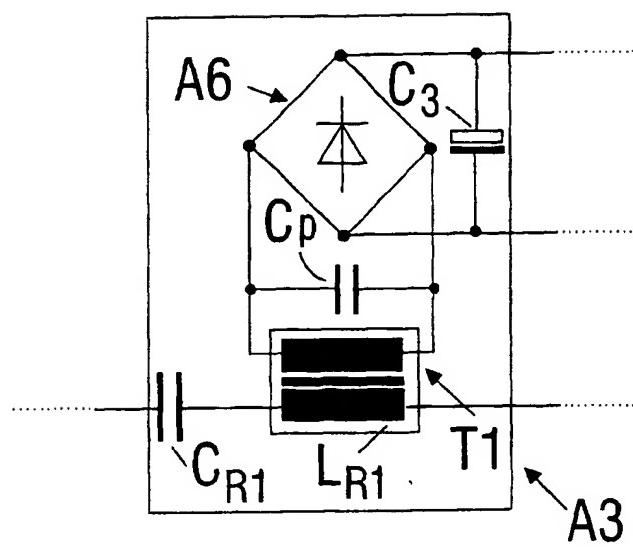


Fig. 5



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 213 820 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
14.01.2004 Patentblatt 2004/03(51) Int Cl.7: H02M 1/10, H02M 1/12,  
H02M 3/337(43) Veröffentlichungstag A2:  
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(21) Anmeldenummer: 01000710.2

(22) Anmeldetag: 05.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TRBenannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 09.12.2000 DE 10061385

(71) Anmelder:

- Philips Intellectual Property & Standards GmbH  
20099 Hamburg (DE)

• Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven (NL)(72) Erfinder: Loef, Christoph  
c/o Philips Corp. Intel. Pro. GmbH  
52066, Aachen (DE)(74) Vertreter: Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al  
Philips Intellectual Property & Standards GmbH,  
Postfach 50 04 42  
52088 Aachen (DE)

## (54) Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher (L1, L2) mit für einen ersten (L1) und einen zweiten (L2) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub> und S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub>) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub> und S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub>) gemeinsam anliegenden Gleichspannung (U<sub>45</sub>) in eine

dem jeweiligen Verbraucher (L1, L2) zugeordnete Wechselspannung (U<sub>68</sub>, U<sub>98</sub>),

- wobei den Brückenschaltungen (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub> und S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub>) zwei Schaltelemente (S<sub>a</sub>, S<sub>b</sub>) gemeinsam sind.

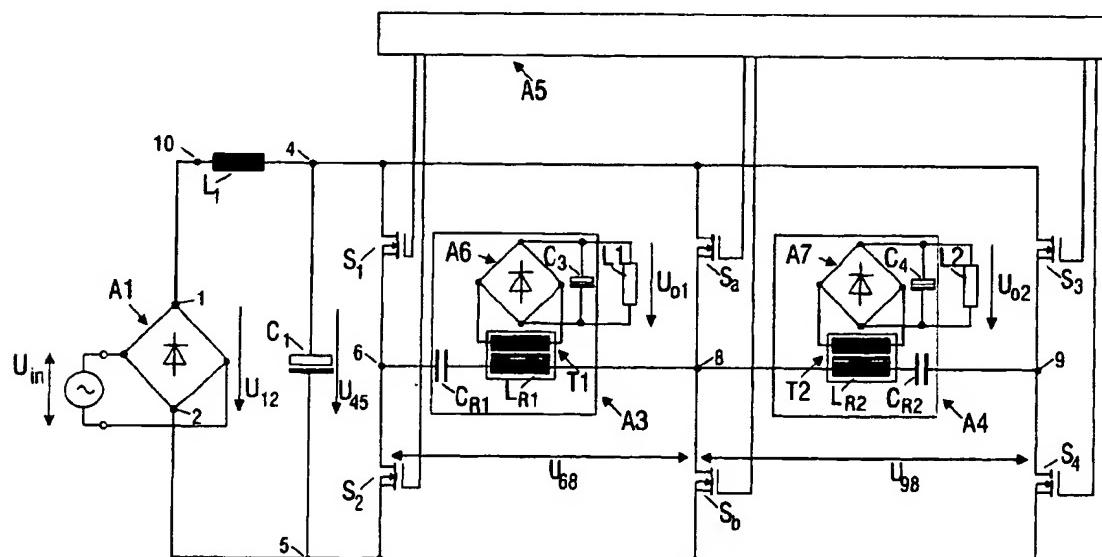


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 01 00 0710

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)						
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch							
X	US 5 862 042 A (JIANG YIMIN) 19. Januar 1999 (1999-01-19)	1	H02M1/10H02M1/12 H						
Y	* das ganze Dokument *	2-6	H02M1/10 H02M3/28 H02M3/337						
Y	EP 0 838 893 A (SONY CORP) 29. April 1998 (1998-04-29)	2-6							
	* das ganze Dokument *								
X	US 4 533 836 A (CARPENTER RALPH F ET AL) 6. August 1985 (1985-08-06)	1							
A	* das ganze Dokument *	2,5-10							
X	US 3 942 093 A (LOWTHER FRANK EUGENE) 2. März 1976 (1976-03-02)	1							
A	* das ganze Dokument *	2,5-10							
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)						
			H02M						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort:</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Früher</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>19. November 2003</td> <td>Thisse, S</td> </tr> </table>				Recherchenort:	Abschlußdatum der Recherche	Früher	DEN HAAG	19. November 2003	Thisse, S
Recherchenort:	Abschlußdatum der Recherche	Früher							
DEN HAAG	19. November 2003	Thisse, S							
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet      Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie      A : technologischer Hintergrund      O : nichtschriftliche Offenbarung      P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze      E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist      D : in der Anmeldung angeführtes Dokument      L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument      &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument</p>									

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 00 0710

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am Datum. Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2003

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5862042	A	19-01-1999	EP	0907237 A2	07-04-1999
EP 0338393	A	29-04-1998	JP	10136653 A	22-05-1998
			CN	1187062 A , B	08-07-1998
			EP	0838893 A2	29-04-1998
			SG	54588 A1	16-11-1998
			US	5959857 A	28-09-1999
US 4531936	A	06-08-1985	CA	1202075 A1	18-03-1986
US 3141003	A	02-03-1976	AU	7964675 A	30-09-1976
			CA	1050099 A1	06-03-1979
			DE	2513026 A1	02-10-1975
			FI	750954 A , B,	30-09-1975
			FR	2266360 A1	24-10-1975
			GB	1500773 A	08-02-1978
			IT	1034658 B	10-10-1979
			JP	50133426 A	22-10-1975
			NO	751082 A	30-09-1975
			SE	404472 B	02-10-1978
			SE	7503623 A	30-09-1975
			US	4002921 A	11-01-1977
			US	4027169 A	31-05-1977

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**